

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-254181

(P2001-254181A)

(43) 公開日 平成13年9月18日 (2001.9.18)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-71-ド\*(参考)

C 2 3 C 16/46

C 2 3 C 16/46

16/34

16/34

16/44

16/44

G

H 0 1 L 21/285

H 0 1 L 21/285

C

3 0 1

3 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数16 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-183(P2001-183)

(22) 出願日 平成13年1月4日 (2001.1.4)

(31) 優先権主張番号 特願2000-590(P2000-590)

(32) 優先日 平成12年1月6日 (2000.1.6)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000219967

東京エレクトロン株式会社

東京都港区赤坂5丁目3番6号

(72) 発明者 松瀬 公裕

東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放

送センター 東京エレクトロン株式会社内

(74) 代理人 100099944

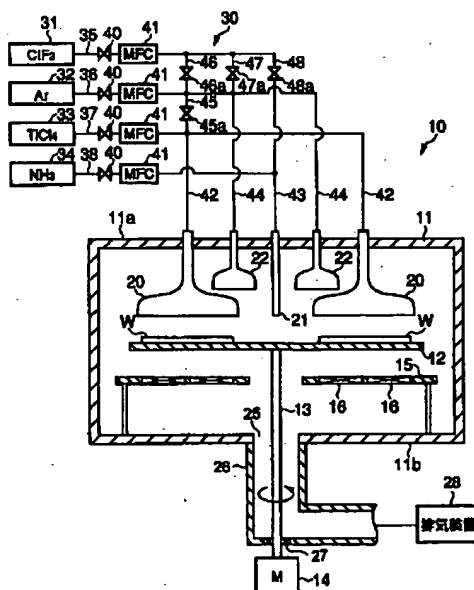
弁理士 高山 宏志

(54) 【発明の名称】 成膜装置および成膜方法

(57) 【要約】

【課題】 高速スイッチングバルブを用いずにかつ高い生産性で、ALD法を利用することができる成膜装置および成膜方法を提供すること。

【解決手段】 基板Wを収容するチャンバー11と、チャンバー11内で複数の基板Wを平面的に支持する基板支持部材12と、チャンバー11内に設けられ、TiCl<sub>4</sub>を吐出する第1の処理ガス吐出ノズル20と、NH<sub>3</sub>を吐出する第2の処理ガス吐出ノズル21と、基板支持部材12を回転させる回転機構14と、基板Wを加熱するヒーター16とを具備し、基板支持部材12を回転させて基板Wを公転させながら、基板W上に、Tiの単原子層と、Nの単原子層とを交互に形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板を収容するチャンバーと、前記チャンバー内で複数の基板を平面的に支持する基板支持部材と、

前記チャンバー内に設けられ、第1の処理ガスを吐出する第1の処理ガス吐出部と、

前記チャンバー内の第1の処理ガス吐出部とは異なる位置に設けられ、第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部と、

前記基板支持部材を回転させる回転機構と、

前記基板を加熱する加熱手段とを具備し、

前記基板支持部材を回転させて基板を公転させながら、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜装置。

【請求項2】 前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部とを複数備え、これらが円周状に交互に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の成膜装置。

【請求項3】 前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部との間にパージガスを吐出するパージガス吐出部を有することを特徴とする請求項2に記載の成膜装置。

【請求項4】 前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項5】 前記基板を自転させる基板回転機構をさらに有することを特徴とする請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項6】 前記加熱手段は、前記基板支持部材の下方から基板を加熱することを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項7】 前記加熱手段は、前記基板支持部材に支持された基板の上方から基板を加熱することを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項8】 前記第1の処理ガスは、Al、Zr、Ti、Ta、Si、WおよびRuのうちいずれか1種を含み、前記第2の処理ガスはNまたはOを含むことを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項9】  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、TiN、Ta<sub>N</sub>、 $\text{SiO}_2$ 、SiN、SiON、SiOF、WN、WSiおよび $\text{RuO}_2$ のうちいずれか1種を成膜することを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の成膜装置。

【請求項10】 チャンバー内に吐出したガス流のエアカーテンでチャンバー内を複数の空間に分割する工程

と、前記空間のそれぞれに所定の処理ガスを導入してなる処理ガス雰囲気複数の通過するように、基板を繰り返し移動させる工程と、

これにより前記基板上に単原子層を連続的に形成して堆積させ、これを熱的に反応させて化合物の膜を形成する工程とを具備することを特徴とする成膜方法。

【請求項11】 前記処理ガスは、Al、Zr、Ti、Ta、Si、WおよびRuのうちいずれか1種の元素を含む第1の処理ガスと、NまたはOを含む第2の処理ガスとを有することを特徴とする請求項10に記載の成膜方法。

【請求項12】 チャンバー内で複数の基板を平面的に配置し、基板を公転させながら、チャンバー内の互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出して、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜方法。

【請求項13】 さらに基板を自転させることを特徴とする請求項12に記載の成膜方法。

【請求項14】 第1および第2の処理ガスの吸着速度合わせて基板を公転させることを特徴とする請求項12または請求項13に記載の成膜方法。

【請求項15】 前記第1の処理ガスは、Al、Zr、Ti、Ta、Si、WおよびRuのうちいずれか1種を含み、前記第2の処理ガスはNまたはOを含むことを特徴とする請求項12から請求項14のいずれか1項に記載の成膜方法。

【請求項16】  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、TiN、Ta<sub>N</sub>、 $\text{SiO}_2$ 、SiN、SiON、SiOF、WN、WSiおよび $\text{RuO}_2$ のうちいずれか1種を成膜することを特徴とする請求項10から請求項15のいずれか1項に記載の成膜方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、TiN膜等をALD (Atomic Layer Deposition) 法を利用して成膜する成膜装置および成膜方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体製造工程においては、被処理体である半導体ウエハ（以下、単にウエハと記す）に形成された配線間のホールを埋め込むために、あるいはバリア層として、WSi（タングステンシリサイド）、TiN（チタンナイトライド）、TiSi（チタンシリサイド）等の金属化合物を堆積させて薄膜を形成している。

【0003】従来、これら金属化合物薄膜は物理的蒸着（PVD）を用いて成膜されていたが、最近のようにデバイスの微細化および高集積化が特に要求され、デザインルールが特に厳しくなっており、埋め込み性の悪いP

VDでは十分な特性を得ることが困難となっている。そこで、TiN膜をより良質の膜を形成することが期待できる化学的蒸着（CVD）で成膜することが行われている。

【0004】しかしながら、CVDによっても、膜質、ステップカバレッジ、膜の密着性が必ずしも十分とはいえなくなっている。また、10nm以下の超薄膜を形成する際の膜厚制御が非常に困難である。

【0005】一方、良好な膜質の金属化合物薄膜を密着性およびステップカバレッジ良く形成する技術として、近時、ALD法が注目されている（特開昭55-130896号公報等）。したがって、上記金属化合物の堆積においてもALD法を利用することが考えられる。具体的には、例えばTiN膜を成膜する際には、チャンパー内に1枚のウェハを配置し、まずチャンパー内にTiCl<sub>4</sub>ガスを供給してTiの単原子層を吸着させ、次いでNH<sub>3</sub>ガスを供給してその上にNの単原子層を堆積させてこれらを反応させる。この操作を所定回数繰り返すことにより、所定厚さのTiN膜を得る。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ALD法を利用して金属化合物薄膜を形成する際には、供給するガスの切り替えを高速で行わなければならない、そのために高速スイッチングバルブを用いるが、このような高速スイッチングバルブは寿命が短いという問題点がある。また、このように単原子層を積層する際には、一方のガスを供給してから他方のガスを供給する間にバージガスを供給して前のガスをバージする必要があるため、成膜に時間がかかり生産性が悪いという問題点もある。

【0007】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、高速スイッチングバルブを用いずにかつ高い生産性で、ALD法を利用することができる成膜装置および成膜方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、基板を収容するチャンパーと、前記チャンパー内で複数の基板を平面的に支持する基板支持部材と、前記チャンパー内に設けられ、第1の処理ガスを吐出する第1の処理ガス吐出部と、前記チャンパー内の第1の処理ガス吐出部とは異なる位置に設けられ、第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部と、前記基板支持部材を回転させる回転機構と、前記基板を加熱する加熱手段とを具備し、前記基板支持部材を回転させて基板を公転させながら、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜装置を提供する。

【0009】また、本発明は、チャンパー内に吐出したガス流のエアカーテンでチャンパー内を複数の空間に分割する工程と、前記空間のそれぞれに所定の処理ガスを導入してなる処理ガス雰囲気複数の通過するように、

基板を繰り返し移動させる工程と、これにより前記基板上に単原子層を連続的に形成して堆積させ、これを熱的に反応させて化合物の膜を形成する工程とを具備することを特徴とする成膜方法を提供する。

【0010】さらに、本発明は、チャンパー内で複数の基板を平面的に配置し、基板を公転させながら、チャンパー内の互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出して、基板上に、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することを特徴とする成膜方法を提供する。

【0011】本発明によれば、ALD法を利用して成膜を行うにあたり、互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出し、基板支持部材を回転させて基板を公転させるので、高速スイッチングバルブを用いることなく、基板上に第1の処理ガスと第2の処理ガスとを交互に供給して、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することができる。また、基板支持部材に複数の基板を支持した状態で処理を行うので、一度に複数枚数の基板の成膜処理を行うことができ、生産性を高めることができる。

【0012】前記成膜装置において、前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部とを複数備え、これらが円周状に交互に配置されていることが好ましい。これにより、より高効率で成膜を行うことができる。

【0013】前記第1の処理ガス吐出部と前記第2の処理ガス吐出部との間にバージガスを吐出するバージガス吐出部を有することが好ましい。これにより第1の処理ガスと第2の処理ガスとの分離性を高めることができる。

【0014】前記回転機構は、前記基板支持部材に支持された基板が前記第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガス吐出部の直下を通過するように前記基板支持部材を回転させることが好ましい。これにより、基板上に確実に単原子層を形成することができる。

【0015】前記基板を自転させる基板回転機構をさらに有することが好ましい。このように基板を自転させることにより、成膜の均一性をより高めることができる。

【0016】前記加熱手段は、前記基板支持部材の下方から基板を加熱するようにしてもよいし、前記基板支持部材に支持された基板の上方から基板を加熱するようにしてもよい。

【0017】前記成膜方法において、さらに基板を自転させることが好ましい。また、第1および第2の処理ガスの吸着速度合わせて基板を公転させることが好ましい。

【0018】前記第1の処理ガスは、Al、Zr、T

i、Ta、Si、WおよびRuのうちいずれか1種を含むものを用いることができ、前記第2の処理ガスはNまたはOを含むものを用いることができる。

【0019】前記成膜装置および前記成膜方法は、 $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2$ 、TiN、Ta<sub>2</sub>N、 $SiO_2$ 、 $Si_3N_4$ 、SiON、SiOF、WN、WSiおよび $RuO_2$ のうちいずれか1種の成膜に適用することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る成膜装置を示す断面図、図2はその内部の平面図である。ここではALD法を利用したCVD成膜装置によりTiN膜を成膜する場合について説明する。

【0021】このCVD成膜装置10は、真空引き可能に構成された略円筒状のチャンバー11を有しており、その中には被処理体であるウエハWを水平に4枚支持可能なウエハ支持部材12が設けられている。ウエハ支持部材12は、図2に示すように、4つのウエハ支持部2aを有しており、これらにウエハWが支持されるようになっている。また、ウエハ支持部材12の中心には下方に延びる回転軸13が設けられており、この回転軸13はモーター14の軸に取り付けられている。そして、このモーター14を回転させることにより、回転軸13を介してウエハ支持部材12が図2の矢印方向に沿って回転されるようになっている。したがって、ウエハ支持部2aに支持されたウエハWは、ウエハ支持部材12の回転によって回転軸13の回りを公転するようになっている。

【0022】ウエハ支持部材12の下方には、ヒーター支持部材15が設けられており、このヒーター支持部材15には、ウエハWの移動軌跡に沿って内側および外側2つの円環状のヒーター16が支持されている。

【0023】チャンバー11の天壁11aには、第1の処理ガス吐出ノズル（第1の処理ガス吐出部）20および第2の処理ガス吐出ノズル（第2の処理ガス吐出部）21が、そのガス吐出口20a、20bをウエハ支持部材12の上面に対向させた状態で設けられている。これら第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21は、図2に示すように2つずつ設けられており、これらは交互にウエハWの移動軌跡に沿って円周状に配置されている。また、隣接する第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21は回転軸13を中心として90°の角度で配置されている。また、チャンバー11の天壁11aには、4つのパージガス吐出ノズル（パージガス吐出部）22が隣接する第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の間に位置するように設けられている。

【0024】図3(a)は第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の断面図であ

る。図3(a)に示すように、第1および第2の処理ガス吐出ノズル20、21は、それぞれ多数のガス吐出口20a、21aを有しており、この多数の吐出口20a、21aからチャンバー11内にシャワー状に処理ガスを吐出するように構成されている。また、図3(b)はパージガス吐出ノズル22の断面図である。図3

(b)に示すように、パージガス吐出ノズル22は、内部に設けられた多数の吐出口22aと、この多数の吐出口22aの下方に設けられたスカート部22bとを有しており、吐出口20aからチャンバー11内にシャワー状に処理ガスを吐出するとともに、スカート部22bによりシャワー状に吐出されたパージガスの流れが拡散することを防止しており、これによりパージガスのダウンフローがエアカーテンをなすように構成されている。

【0025】また、パージガス吐出ノズル22のガス吐出口22aは、第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21のガス吐出口20a、21aよりも上方に設けられており、これにより第1の処理ガス雰囲気と第2の処理ガス雰囲気とをパージガスのエアカーテンにより分離可能になっている。これらノズル20、21、22からは、後述するガス供給機構30から所定のガスが供給されるようになっている。

【0026】ガス供給機構30は、クリーニングガスである $ClF_3$ を供給する $ClF_3$ 供給源31、Arを供給するAr供給源32、 $TiCl_4$ を供給する $TiCl_4$ 供給源33、 $NH_3$ を供給する $NH_3$ 供給源34を有している。そして、 $ClF_3$ 供給源31には $ClF_3$ ガスライン35が、Ar供給源32にはArガスライン36が、 $TiCl_4$ 供給源33には $TiCl_4$ ガスライン37が、 $NH_3$ 供給源34には $NH_3$ ガスライン38がそれぞれ接続されている。そして、各ラインにはバルブ40およびマスフローコントローラ41が設けられている。

【0027】 $TiCl_4$ 供給源33から延びる $TiCl_4$ ガスライン37は、第1の処理ガス吐出ノズル20から延びるガス配管42に接続されている。また、 $TiCl_4$ ガスライン37にはArガスライン36から延びる配管45が接続されており、Arガスにキャリアされた $TiCl_4$ ガスが配管42を通過して第1の処理ガス吐出ノズル20から吐出される。また、 $NH_3$ 供給源34から延びる $NH_3$ ガスライン38は、第2の処理ガス吐出ノズル21から延びるガス配管43に接続されており、 $NH_3$ ガスが $NH_3$ ガスライン38およびガス配管43を通過して第2の処理ガス吐出ノズル21から吐出される。さらに、Ar供給源32から延びるArガスライン36は、パージガス吐出ノズル22から延びる配管44に接続されており、ArガスがArガスライン36および配管44を通過してパージガス吐出ノズル22から吐出される。さらにまた、 $ClF_3$ 供給源31から延びる $ClF_3$ ガスライン35には、配管46、47、48が接

続されており、これら配管46、47、48から配管42、43、44を介して第1の処理ガス吐出ノズル20、第2の処理ガス吐出ノズル21、およびパージガス吐出ノズル22からクリーニングガスである $\text{ClF}_3$ ガスを吐出可能となっている。なお、配管45、46、47、48には、それぞれバルブ45a、46a、47a、48aが設けられている。

【0028】チャンバー11の底壁11bには、その中央部に排気口25が設けられており、この排気口25には排気管26が接続されている。この排気管26には排気装置28が接続されており、排気装置28を作動させることによりチャンバー11内を所定の真空度まで減圧することができる。

【0029】なお、排気管26は排気口25から垂直方向下方に伸び途中で水平方向に屈曲しており、前記回転軸13は排気管26の垂直部の中を通して、排気管26の水平部の管壁を貫通して下方へ延びており、その管壁と回転軸13との間には、流体シール27が設けられている。

【0030】このように構成されたCVD成膜装置においては、まず、チャンバー11内に半導体ウエハWを装入し、ウエハ支持部材12のウエハ支持部12aにウエハWを載置する。次いで、ヒーター16よりウエハWを加熱しながらウエハ支持部材12を回転させ、排気装置28によりチャンバー11内を排気してチャンバー11内を所定の真空状態にする。引き続き、第1の処理ガス吐出ノズル20からArにキャリアさせた $\text{TiCl}_4$ ガスを、第2の処理ガス吐出ノズル21から $\text{NH}_3$ ガスを、パージガス吐出ノズル22からパージガスとしてのArガスをそれぞれ吐出させる。

【0031】ウエハ支持部材12のウエハ支持部12aのウエハWのうち、最初に第1の処理ガス吐出ノズル20から吐出された $\text{TiCl}_4$ ガスが供給される2枚については、供給された $\text{TiCl}_4$ ガスによりTiの単原子層が吸着した後、ウエハ支持部材12の回転により、パージガス吐出ノズル22から吐出されたArガスのエアカーテンを通過して、第2の処理ガス吐出ノズル21から吐出された $\text{NH}_3$ ガスによりTiの単原子層の上にNの単原子層が堆積され、これらが反応してTiNが形成される。さらに、パージガス吐出ノズル22から吐出されたArガスのエアカーテンを通過した後、同様にしてTiの単原子層およびNの単原子層が供給され、これが所定回数繰り返されて所定厚さのTiN膜が形成される。また、最初に第2の処理ガス吐出ノズル21から吐出された $\text{NH}_3$ ガスが供給される他の2枚については、供給された $\text{NH}_3$ ガスによりNの単原子層が吸着した後、ウエハ支持部材12の回転により、パージガス吐出ノズル22から吐出されたArガスのエアカーテンを通過して、第1の処理ガス吐出ノズル20から吐出された $\text{TiCl}_4$ ガスによりNの単原子層の上にTiの単原子

層が堆積され、これらが反応してTiNが形成される。さらに、パージガス吐出ノズル22から吐出されたArガスのエアカーテンを通過した後、同様にしてNの単原子層およびTiの単原子層が供給され、これが所定回数繰り返されて所定厚さのTiN膜が形成される。この場合に、ウエハ支持部材12の回転速度は、処理ガスである $\text{TiCl}_4$ ガスおよび $\text{NH}_3$ ガスの吸着速度に応じて決定される。

【0032】また、この場合における第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の形状およびウエハWとの間隔、さらにはガス流量は、ウエハWに均等に単原子層が吸着するような流れを形成することができるように設定される。また、パージガス吐出ノズル22とウエハWとの間隔、さらにはガス流量は、パージガスが $\text{TiCl}_4$ ガス雰囲気および $\text{NH}_3$ ガス雰囲気を十分に分離可能なエアカーテンとして機能する流れを形成することができるように設定される。また、ヒーター16の加熱温度はTiとNとの反応に適した適宜の温度に設定される。以下、これらの設定値について具体的に述べる。

【0033】図3(a)に示した構造を有する第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21は、吐出口20a、21aとその下方に位置する基板支持部材12に保持されたウエハW表面との間の距離 $h_1$ が0.1~10mmとなるように配置することができる。また、図3(b)に示した構造を有するパージガス吐出ノズル22は、吐出口22aとその下方に位置する基板支持部材12に保持されたウエハW表面との間の距離 $h_2$ が0.1~50mmとなるように配置することができ、その下端と基板支持部材12上面との間の距離 $h_3$ が1.1~50mmとなるように配置することができる。好ましくは、 $h_1$ が0.1~5mm、 $h_2$ が0.2~10mm、 $h_3$ が1.2~11mmとなるようにノズル20、21、22を配置する。

【0034】また、TiN成膜時におけるそれぞれのガス流量、チャンバー内圧力および加熱温度は、以下のように設定することができる。

$\text{TiCl}_4$ ガス流量：1~50sccm(0.001~0.05L/min)、好ましくは5~20sccm(0.005~0.02L/min)

Arガス(キャリアガス)流量：10~100sccm(0.01~0.1L/min)、 $\text{TiCl}_4$ ガスが低流量の場合にはキャリアガスは用いなくてもよい

$\text{NH}_3$ ガス流量：50~1000sccm(0.05~1L/min)、好ましくは50~500sccm(0.05~0.5L/min)

パージガス流量：100~1000sccm(0.1~1L/min)

チャンバー内圧力：100mTorr~5Torr(13.3Pa~665Pa)、好ましくは100mTorr

$r \sim 1 \text{ Torr} (13.3 \text{ Pa} \sim 133 \text{ Pa})$

加熱温度:  $300 \sim 700^\circ\text{C}$ 、好ましくは  $400 \sim 600^\circ\text{C}$

【0035】以上のようにして、交互に配置された第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21からそれぞれ  $\text{TiCl}_4$  ガスおよび  $\text{NH}_3$  ガスを供給しつつ、ウエハ支持部材12を回転させて、ウエハWに  $\text{TiCl}_4$  ガスおよび  $\text{NH}_3$  ガスを交互に供給するので、高速スイッチングバルブを用いることなく、ALD法によりTiの単原子層およびNの単原子層を交互に形成して所望のTiN膜を形成することができる。また、このようにウエハ支持部材12に複数枚のウエハWを載置し、一回の処理で複数枚の成膜処理を行うから、生産性が高い。また、パージガス吐出ノズル22からパージガスとしてのArガスを吐出してエアカーテンを形成することにより、 $\text{TiCl}_4$  ガスおよび  $\text{NH}_3$  ガスが混合することを極力防止することができ、また、パージガスであるArガスを吐出することにより、ウエハWの単原子層の形成が終了した部分の処理ガスを速やかに除去して余分な反応を防止することができるので、より良質の膜を形成することができる。

【0036】このようなTiN膜の形成を繰り返し行い、所定枚数のウエハWの成膜処理が終了した時点で、 $\text{ClF}_3$  源31からガスライン35、配管46、47、48および配管42、43、44を介してノズル20、21、22から  $\text{ClF}_3$  ガスを吐出させてチャンバー11内をクリーニングする。

【0037】このクリーニング時における  $\text{ClF}_3$  ガス流量、チャンバー内圧力、クリーニング温度は、例えば以下に示すように設定することができる。

$\text{ClF}_3$  ガス流量:  $100 \sim 500 \text{ sccm} (0.1 \sim 0.5 \text{ L/min})$ 、好ましくは  $200 \sim 300 \text{ sccm} (0.2 \sim 0.3 \text{ L/min})$

チャンバー内圧力:  $1 \sim 10 \text{ Torr} (133 \sim 1330 \text{ Pa})$ 、好ましくは  $1 \sim 5 \text{ Torr} (133 \sim 665 \text{ Pa})$

クリーニング温度:  $200 \sim 500^\circ\text{C}$ 、好ましくは  $200 \sim 300^\circ\text{C}$

【0038】次に、他の実施形態に係るCVD成膜装置について説明する。図4は他の実施形態に係るCVD成膜装置を部分的に示す断面図である。ここでは、ウエハ支持部材12の代わりにウエハ支持部材12'を用いてウエハWを自転させる構成となっている。すなわち、ウエハ支持部材12'は、ベース部材51の上に、4つ（図4では2つのみ図示）のウエハテーブル52が回転可能に設けられ、これらウエハテーブル52をモーター53により回転させることにより、ウエハテーブル52上のウエハWを自転させる。これにより、処理ガスとしての  $\text{TiCl}_4$  ガスおよび  $\text{NH}_3$  ガスをより一層均一にウエハWに供給することができ、より均一な単原子層を

形成することができる。この場合に、図1のようにヒーター16がウエハ支持部材の下にあると、加熱効率が悪くなるため、図4のようにウエハWの上方にヒーター16'を設けることが好ましい。15'はヒーター16'を支持するヒーター支持部材である。このようにヒーターを設けた場合には、処理ガスがウエハWに有効に供給されるようにヒーター16'およびヒーター支持部材15'にガス通過可能な多数の孔を設けることが好ましい。

【0039】さらに、図5の実施形態では、処理ガスとしての  $\text{TiCl}_4$  ガスおよび  $\text{NH}_3$  ガスをそれぞれシャワーヘッド60およびシャワーヘッド61から供給するようにしている。シャワーヘッド60は、図6に示すように、ディスク状をなす中空の本体60aの下面に多数のガス吐出孔60bが形成されており、このガス吐出孔60bから均一にガスを吐出する。シャワーヘッド61も同様に構成されている。このようにノズルの代わりにシャワーヘッドを用いることによってもウエハWに均一に  $\text{TiCl}_4$  ガスおよび  $\text{NH}_3$  ガスを供給することができる。

【0040】さらにまた、図7の実施形態では、第1の処理ガス吐出ノズル20および第2の処理ガス吐出ノズル21の直下に排気口70を設けている（第1の処理ガス吐出ノズル20に対応する排気口のみ図示）。このようにすることにより、不要な  $\text{TiCl}_4$  ガスおよび  $\text{NH}_3$  ガスを排気口70に接続された排気管71を介して速やかに排出することができる。

【0041】なお、本発明は、上記実施の形態に限定されることなく種々変形可能である。例えば、上記実施形態では、TiN膜を成膜する例について示したが、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{TaN}$ 、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiN}$ 、 $\text{SiON}$ 、 $\text{WN}$ 、 $\text{WSi}$ 、 $\text{RuO}_2$  等、他の金属化合物も同様に成膜することができる。また、上記実施形態では、第1の処理ガスとして  $\text{TiCl}_4$  を用い、第2の処理ガスとして  $\text{NH}_3$  ガスを用いたが、第1の処理ガスと第2の処理ガスとは成膜する金属化合物膜に応じた適宜のガスを用いることができる。このような場合における第1の処理ガスとしては、 $\text{TiCl}_4$  の他に、 $\text{TaBr}_5$ 、 $\text{Ta}(\text{OC}_2\text{H}_5)_5$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{WF}_6$  等のAl、Zr、Ti、Ta、Si、WおよびRuのうち1種を含むものを挙げることができ、第2の処理ガスとしては、 $\text{NH}_3$  の他に、 $\text{NH}_3(\text{N}_2)$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{O}_3$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{N}_2\text{O}_3$ 、 $\text{N}_2\text{O}_5$  等のNまたはOを含むものを挙げることができる。

【0042】また、ヒーターの位置を図1の例ではウエハの下方に、図4の例ではウエハの上方に設けたが、これら両方に設けてもよいし、均一に加熱することができれば他の位置に設けてもよい。さらに、パージガスとしてArガスをを用いたが、 $\text{N}_2$  ガス等他のガスであっても

よい。また、2つの処理ガスを有効に遮断することができれば、パージガスを用いなくてもよい。さらにまた、用いる基板としては、半導体ウエハに限らず他のものであってもよく、また、表面上に他の層を形成した基板であってもよい。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ALD法を利用した成膜を行うにあたり、互いに異なる位置に設けられた第1の処理ガス吐出部および第2の処理ガスを吐出する第2の処理ガス吐出部からそれぞれ第1の処理ガスおよび第2の処理ガスを吐出し、基板支持部材を回転させて基板を公転させるので、高速スイッチングバルブを用いることなく、第1の処理ガスによる単原子層と、第2の処理ガスによる単原子層とを交互に形成することができる。また、基板支持部材に複数の基板を支持した状態で処理を行うので、一度に複数枚数の基板の成膜処理を行うことができ、生産性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態に係るＣＶＤ成膜装置を示す断面図。

【図2】図1のCVD成膜装置の内部を示す平面図。

【図3】図1のCVD成膜装置における第1の処理ガス吐出ノズルおよびパージガス吐出ノズルの断面図。

【図4】本発明の他の実施形態に係るCVD成膜装置を

部分的に示す断面図。

【図5】本発明のさらに他の実施形態に係るCVD成膜装置を部分的に示す断面図。

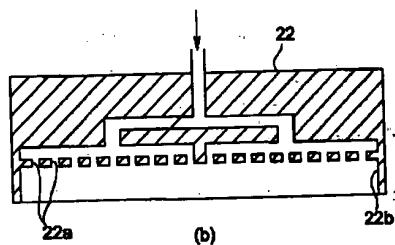
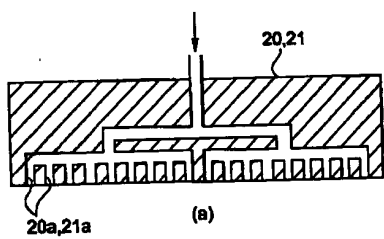
【図6】図4の装置に用いたシャワーヘッドを示す斜視図。

【図7】本発明のさらに他の実施形態に係るCVD成膜装置を部分的に示す断面図。

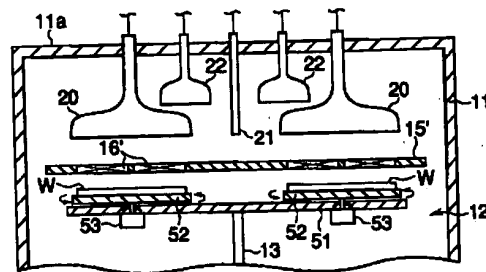
【符号の説明】

11; チャンバー  
12, 12'; ウエハ支持部材  
12a; ウエハ支持部  
13; 回転軸  
14; モーター  
16, 16'; ヒーター  
20, 21; 処理ガス吐出ノズル  
22; パージガス吐出ノズル  
30; ガス供給機構  
25, 70; 排気口  
26, 71; 排気管  
28; 排気装置  
52; ウエハテーブル  
53; モーター  
60, 61; シャワーヘッド  
W; 半導体ウエハ

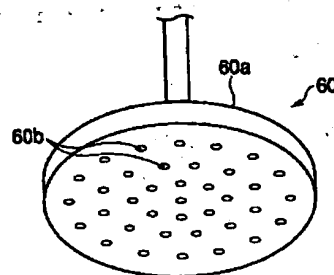
【図3】



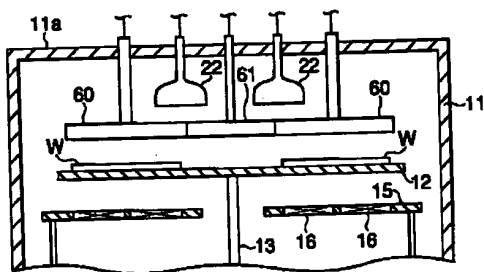
【図4】



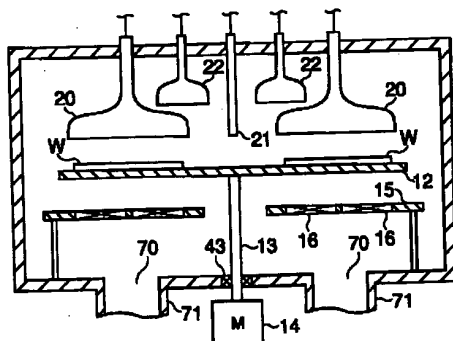
【図6】



【図5】



【図7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>  
H01L 21/31

識別記号

FI  
H01L 21/31

7-71-1 (参考)  
B